

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10002730 A**

(43) Date of publication of application: **06.01.98**

(51) Int. Cl.

**G01B 21/08**  
**G01B 15/02**

(21) Application number: **08153624**

(22) Date of filing: **14.06.96**

(71) Applicant: **FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE**

(72) Inventor: **HISHIKAWA SHIGERU**

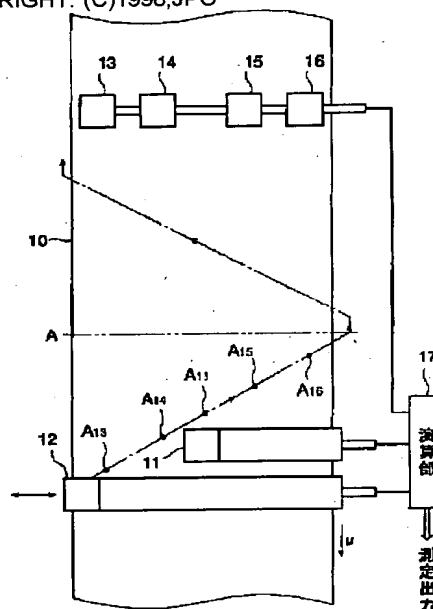
(54) **METHOD FOR MEASURING PLATE THICKNESS  
DISTRIBUTION OF STRIP AND APPARATUS  
THEREFOR**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high responsiveness in the automatic control of plate thickness, while achieving a plate profile measurement at lower installation costs by accurately recognizing a plate profile of a strip.

SOLUTION: Thickness gauges 11 and 12 for a plate are arranged on a rolling line on which a strip 10 to be measured runs to measure a thickness across the width of the running strip. In a plate-thickness distribution measuring method to measure a plate profile of the strip, based on the measured thickness, a deviation of the thickness along the length of the strip is measured separately by thickness deviation meters 13-16, arranged at different positions across the width of the strip. An arithmetic section 17 continuously corrects a plate profile of the strip measured, based on the thickness deviation.



(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-2730

(43)公開日 平成10年(1998)1月6日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/08 15/02	1 0 1		G 0 1 B 21/08 15/02	1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-153624

(22)出願日 平成8年(1996)6月14日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 菱川 滋

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

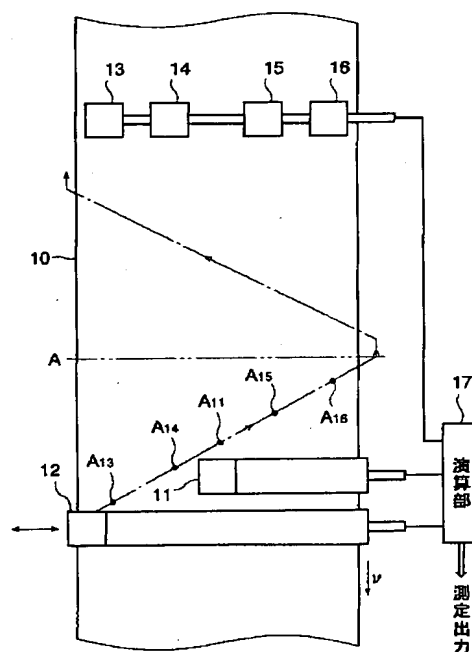
(74)代理人 弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 ストリップの板厚分布測定方法及びその装置

## (57)【要約】

【課題】 ストリップの板プロフィールを正確に認識するとともに、板厚自動制御での使用に耐える高応答性を得て、かつ安価な設備費で板プロフィール測定を行う。

【解決手段】 板厚計11、12を被測定ストリップ10が走行する圧延ラインに配設して、走行するストリップの幅方向の板厚を計測し、計測した板厚に基づいてストリップの板プロフィールを測定するストリップの板厚分布測定方法において、ストリップの長手方向の板厚偏差を、ストリップの幅方向の異なる位置に配設された板厚偏差計13～16でそれぞれ測定し、演算部17がこれら板厚偏差に基づいて、測定されたストリップの板プロフィールを連続的に補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも走査型板厚計を含む板厚計測手段を被測定ストリップが走行する走行ラインに配設して、該走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を計測し、該計測した板厚に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定方法において、前記走行ラインを走行する前記ストリップの長手方向の板厚変化量を、該ストリップの幅方向の異なる位置でそれぞれ測定し、

前記各位置で測定された板厚変化量に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求めることを特徴とするストリップの板厚分布測定方法。

【請求項2】 走行ラインを走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を、少なくとも走査型板厚計を含む板厚計測手段で計測し、該計測した板厚に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定装置において、

前記走行ラインのストリップの幅方向の異なる位置にそれぞれ配設され、該各位置での前記ストリップの板厚変化量を測定する板厚偏差測定手段と、

前記各位置で測定された板厚変化量に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求める補正手段とを備えたことを特徴とするストリップの板厚分布測定装置。

【請求項3】 前記板厚偏差測定手段は、前記被測定ストリップの板幅に対応して板プロフィール制御評価位置に配設し、当該板プロフィール制御評価位置における板厚変化量を測定することを特徴とする請求項2に記載のストリップの板厚分布測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ストリップの板厚分布測定に関し、例えば熱間圧延ラインを走行する金属等のストリップの幅方向の板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定方法及びその装置に関する。

## 【0002】

【関連する背景技術】従来、金属板製品の寸法品質の一つの重要な因子には、幅方向の板厚分布（以下、「板プロフィール」という）がある。特に近来では、製品の薄肉高強度化に伴い、圧延材の板厚精度に対する要求が高まっており、板プロフィールの適正化が必要となっている。この板プロフィールは、製品品質としてだけでなく、圧延ライン・精製ライン（圧延後のスリッター、レベラー等の工程）の操作性にも大きな影響を及ぼす要因となるので、ストリップを適正な寸法の板プロフィールになるように管理する必要があった。

【0003】このように、従来は、板プロフィールの適正化を図って、板厚を高精度に制御する必要性から、一

般的にはこの板プロフィールを決定するプロセスである圧延ラインで板プロフィールの制御が行われている。この板プロフィールの制御としては、ストリップの厚さ方向に圧縮加工を加えながら板厚を減少させる圧延ロールの出口側で、板プロフィールを即座に測定し、この測定結果を用いてフィードバック制御や学習制御等を行って、板厚精度の向上を図っている。

【0004】実際の運用ラインの板プロフィール測定においては、製品ストリップへの傷や汚れの付着を避けるため、非接触式の板厚計を複数台用いて、幅方向の板厚分布を測定する。例えば、金属の熱間圧延ラインでは、高温で比較的板厚の厚いストリップを精度良く測定する必要があるため、通常X線或いはγ線等の放射線板厚計が使用されている。

【0005】従来の板厚分布測定方法には、上述した板厚計を2台使用し、一方を被測定ストリップの板幅の中央部に固定配置し、他方を上記ストリップの幅方向に走査しながら板厚を測定して両測定値の差から板プロフィールを測定するものがあった。この方法では、移動式の板厚計で板幅全面を連続的に走査するので、幅方向の板厚分布を連続した形状として捉えることができた。

【0006】また、この他の板厚分布測定方法には、上記幅方向に多数の板厚計を配置し、それぞれの板厚の測定値に基づいて板プロフィールを推定するものがあった。なお、この方法では、通常配置される板厚計は、板幅の中央部と両端部の3台である。この方法では、ストリップの長手方向の板厚を連続して測定しているため、測定値のサンプリング周期が短くなるという利点があった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前者の板厚分布測定方法では、板厚分布を連続形状として捉えられるが、板厚計の走査のために相当の時間を要するので、サンプリング周期が長くなり、フィードバック制御のための十分な応答速度を得ることができないという問題点があった。さらに、この方法では、板厚計の走査の間にストリップが長手方向に走行するため、測定した板厚分布がある瞬間における圧延ロール直下の板断面のプロフィールではなく、ストリップを斜めに測定した板厚計実測値となるので、圧延時におけるプロセスの状態値との対応が取りづらいという問題点があった。

【0008】後者の板厚分布測定方法では、サンプリング周期は短くなるが、板厚計配置位置が板プロフィールの特異形状点であり、全板断面の代表値として使用できない恐れがあった。また、この方法では、板厚計配置位置以外の位置にプロフィール特異点が発生した場合、対応した制御ができない等の不都合が生じる。そこで、配置する板厚計の台数を、例えば5台以上に増やすことで、上記特異点の検出漏れの危険性を低減することも考えられるが、板プロフィールの不連続性を完全に解消す

ることができないという問題点があった。また、この方法で通常使用されるX線或いはγ線の放射線板厚計は高価であり、配置台数が増加すると設備費が大幅に増加するので、実用的でないという問題点があった。

【0009】本発明は、上記問題点を鑑みなされたもので、ストリップの板プロフィールを正確に認識することができる板厚分布測定方法及びその装置を提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、板厚自動制御での使用に耐える高応答性を得る板厚分布測定方法及びその装置を提供することにある。

【0010】さらに、本発明の他の目的は、安価な設備費で板厚分布を測定する板厚分布測定方法及びその装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、少なくとも走査型板厚計を含む板厚計測手段を被測定ストリップが走行する走行ライン（例えば熱間圧延ライン等）に配設して、該走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を計測し、該計測した板厚に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定方法において、前記走行ラインを走行する前記ストリップの長手方向の板厚変化量（板厚偏差）を、該ストリップの幅方向の異なる位置でそれぞれ測定し、前記各位置で測定された板厚偏差に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求める。

【0012】請求項2、3では、走行ラインを走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を、例えば板幅中央に固定配置した板厚計と上記幅方向に走査される走査型板厚計とを含む板厚計測手段で計測し、これら計測した板厚測定値の差に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定装置において、前記被測定ストリップの板幅に対応して、板プロフィール制御評価位置にそれぞれ配設され、該各位置での前記ストリップの板厚偏差を測定する板厚偏差計からなる板厚偏差測定手段と、前記各位置で測定された板厚偏差に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求める演算部からなる補正手段とを備え、これら板厚計からの板厚測定値の差から測定した板プロフィールの値に対して、各板厚偏差計配設位置での長手方向の（時間的）板厚変化分を用いて、長手方向同一位置での板プロフィールの値に修正するとともに、修正した板厚偏差計配設位置での修正量あるいは修正割合に応じ、偏差計による測定位置相互間の位置における板プロフィールの値を連続的に補正する。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明に係るストリップの板厚分布測定方法及びその装置を図1乃至図4の図面に基づい

て説明する。図1は、本発明に係るストリップの板厚分布測定方法を用いた装置の構成の一例を示す構成図である。図1では、板厚分布測定装置が、例えば金属の熱間圧延ラインの出口側付近に設置された場合を示している。

【0014】図において、被測定ストリップ10は、矢印方向に速度vで連続的に走行されている。板厚分布測定装置は、ストリップ10の上方において、固定配置される固定型板厚計11と、同じくストリップ10の幅方向に走査される走査型板厚計12と、これら板厚計のライン上流側に配設される板厚偏差計13～16と、これら板厚計及び偏差計と接続されて各板厚計及び偏差計からの測定値が入力される演算部17とから構成されている。

【0015】固定型板厚計11は、ストリップ10の板幅中央位置の長手方向の板厚を、ストリップ10と非接触で計測し、走査型板厚計12は、ストリップ10の幅方向の板厚を、ストリップ10と非接触で連続的に計測している。演算部17は、上記計測された板厚測定値を取り込み、これら板厚測定値と板幅中央位置での板厚測定値との差を演算し、この差に基づいてストリップ10の幅方向各点（サンプリングされた位置）の板プロフィールを計算する。

【0016】この板プロフィール値は、例えば（板中央位置の板厚）－（上記幅方向各点の板厚）で計算される。なお、走査型板厚計12が走査される間に、ストリップ10は圧延ライン上を速度vで走行するため、演算部17で得られる全幅の板プロフィールは、ストリップ10上の走査型板厚計12の軌跡（図1中、一点鎖線で示す）に沿った斜めの板断面上の板プロフィールとなる。

【0017】図2は、上記板プロフィールを連続的に表した図である。図2中、位置A11、A13～A16は走査型板厚計12が通過するストリップ10上の所定位置を示し、位置A11は固定型板厚計11の配置位置と同じ長手方向の位置、位置A13は板厚偏差計13の配設位置と同じ長手方向の位置、位置A14は板厚偏差計14の配設位置と同じ長手方向の位置、位置A15は板厚偏差計15の配設位置と同じ長手方向の位置、位置A16は板厚偏差計16の配設位置と同じ長手方向の位置である（図1参照）。

【0018】板厚偏差計13、16は、ストリップ10の板幅端近傍に、また板厚偏差計14、15は、上記板幅端と板中央の中間部に配設されており、各配設位置での長手方向の板厚変化量（各位置での目標板厚に対する板厚偏差）を、ストリップ10と非接触で、かつ所定サンプリング周期で連続的に測定している。演算部17は、上記2種類の測定値、すなわち板厚計11、12によって得られる斜めの板断面上の板プロフィール値（図2参照）と、図3に示す各板厚偏差計13～16から得

られる各位置での板厚偏差 $\Delta h_{13}$ ,  $\Delta h_{14}$ ,  $\Delta h_{15}$ ,  $\Delta h_{16}$ と固定型板厚計11の長手方向の板厚変化量(中央位置での板厚偏差) $\Delta h_{11}$ とのずれ量とを用いて、ストリップ10の幅方向の横断面に沿った板プロフィールを長手方向に連続的に補正演算する。

【0019】ここで、演算部17の補正方法を以下に説明する。本実施例では、図2に示した斜めの板断面上の板プロフィールに対して、図1中の二点鎖線の位置Aで示される断面位置を、走査型板厚計12の1走査による測定終了位置まできた時点での補正ポイントとする。すなわち、本実施例の演算部17では、図3の関係図に示すように、各板厚偏差計13~16から得られる各位置での板厚偏差 $\Delta h_{13}$ ~ $\Delta h_{16}$ と固定型板厚計11の中央位置での板厚偏差 $\Delta h_{11}$ の各ずれ量( $\Delta h_{13}-\Delta h_{11}$ ), ( $\Delta h_{14}-\Delta h_{11}$ ), ( $\Delta h_{15}-\Delta h_{11}$ ), ( $\Delta h_{16}-\Delta h_{11}$ )を演算する。なお、図3中の板厚偏差 $\Delta h_{11}$ は、固定型板厚計11が測定する中央位置での板厚の予め設定された中央位置での目標板厚に対する偏差であり、演算部17は、この板厚偏差 $\Delta h_{11}$ も演算する。

【0020】次に、演算部17は、図3に示す走査型板厚計12が通過する各板厚偏差計13~16の配設位置A13~A16と同じ長手方向の通過ポイントでの上記各ずれ量と、補正ポイントAでの上記各ずれ量との差 $\Delta X_{13}$ ,  $\Delta X_{14}$ ,  $\Delta X_{15}$ ,  $\Delta X_{16}$ を算出し、この値 $\Delta X_{13}$ ~ $\Delta X_{16}$ を、図2に示した板プロフィール測定値の補正值とする。また、実際の測定位置間の板プロフィール値に対しては、各位置毎の変化量に対応して連続的に平滑化して補正を行うことによって、図4に示すような補正後の板断面(位置A)上の板プロフィールを得る。

【0021】従って、本実施例では、固定型及び走査型の一対の板厚計を有する板厚分布測定装置に対して、圧延ラインの上流側に複数の板厚偏差計を固定配設し、板厚計で測定した板プロフィール値の長手方向のずれ量を、板厚偏差計で測定した長手方向の同一位置での板厚変化量(板厚偏差)により補正するとともに、測定点間の板プロフィールを板厚計で測定した板プロフィールの形状に従って補正するので、測定時間の遅れが少なく、板プロフィールが長手方向の特定の断面に対応することとなり、かつ幅方向全体にわたって連続な板プロフィール値を得ることができる。

【0022】また、板プロフィールの変化特性において、局所的な板プロフィールの変化は、圧延ロールの摩耗やサーマルクラウン形状変化の結果として発生するので、短時間での急激な変化ではなく、緩慢な変化を示す。このため、本発明の板プロフィールの補正は、走査型の板厚計による板プロフィール測定によって充分に回答可能である。また、高応答が必要となる圧延荷重全体の変化、ロールベンディング装置やロール膨らみ可変装置等による板クラウン変化は、板クラウン全体の変化として現れるので、板幅中の代表点数点(例えば3~9

点)の変化を捉えれば、測定点の間は、連続的に補完した変化分で充分近似可能となる。

【0023】さらに、本実施例で用いる板厚偏差計は、走査型板厚計の走査間隔の間での板厚変化量のみが測定可能であれば、機能としては充分なので、板厚の絶対値や長時間でのドリフト等についての精度は不要である。このため、本発明では、レーザ式変位計や超音波式変位計等の安価な板厚偏差計(放射線板厚計に比べて1/10~1/100の価格)を用いることができ、数台を本発明に係る板厚分布測定装置に配設しても、設備費の上昇を抑えることができる。

【0024】なお、本実施例では、各板厚偏差計の配置位置は、ストリップの板端から一定量内側の位置、例えば板幅に対して1/√2の位置等の板プロフィール評価に都合の良い点を選ぶのが好ましい。また、本実施例では、各板厚偏差計を板厚計の上流側に配置したが、本発明はこれに限らず、下流側に配置しても同様に補正を行うことが可能である。

【0025】また、本発明に用いる板厚偏差計の台数は、2台以上であれば、その台数に応じて測定の誤差を小さくすることができる。本発明を金属板の圧延に運用する場合においては、板厚偏差計を4~8台用いるのが望ましい。また、板プロフィールの測定点間の補正については、本実施例では、測定点からの距離と測定点のずれ修正量に比例して、区間(測定点間)の最新斜め板断面上の板プロフィールを補正する方法を用いたが、本発明はこれに限らず、その他の測定点間を連続的に補正する方法を用いることも可能である。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、少なくとも走査型板厚計を含む板厚計測手段を被測定ストリップが走行する走行ラインに配設して、該走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を計測し、該計測した板厚に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定方法において、前記走行ラインを走行する前記ストリップの長手方向の板厚変化量を、該ストリップの幅方向の異なる位置でそれぞれ測定し、前記各位置で測定された板厚変化量に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求めるので、ストリップの板プロフィールを正確に認識できるとともに、板厚自動制御での使用に耐える高応答性を得ることができる。

【0027】請求項2, 3では、走行ラインを走行する被測定ストリップの幅方向の板厚を、少なくとも走査型板厚計を含む板厚計測手段で計測し、該計測した板厚に基づいて前記ストリップの板厚分布を測定するストリップの板厚分布測定装置において、前記被測定ストリップの板幅に対応して、板プロフィール制御評価位置にそれぞれ配設され、該各位置での前記ストリップの板厚偏差

を測定する板厚偏差測定手段と、前記各位置で測定された板厚偏差に基づいて、前記測定されたストリップの板厚分布のデータを連続的に補正し、該ストリップの長手方向同一位置での板厚分布を求める補正手段とを備えたので、ストリップの板プロフィールを正確に認識できるとともに、板厚自動制御での使用に耐える高応答性を得ることができ、かつ安価な設備費で板厚分布を測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るストリップの板厚分布測定方法を 10 用いた装置の構成の一例を示す構成図である。

【図2】図1に示した走査型板厚計によって測定された\*

\*板プロフィールを示す図である。

【図3】幅方向の各位置での板厚偏差と中央位置での板厚偏差の各ずれ量と、移動距離との関係を示す関係図である。

【図4】図2に示した補正前の板プロフィールと本実施例による補正後の板プロフィールを示す図である。

【符号の説明】

10 被測定ストリップ

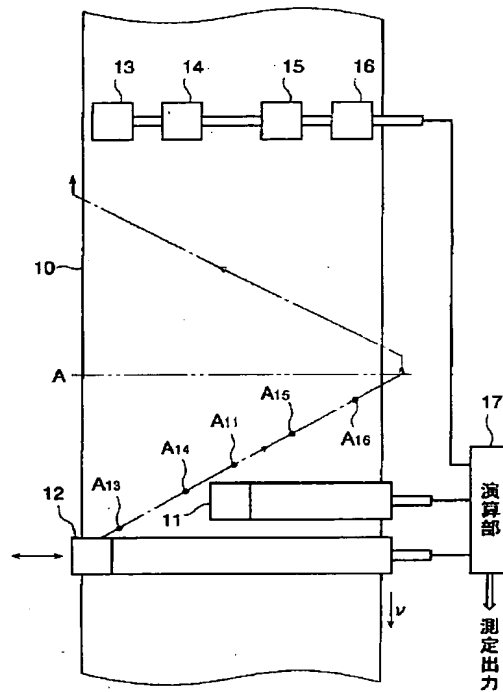
11 固定型板厚計

12 走査型板厚計

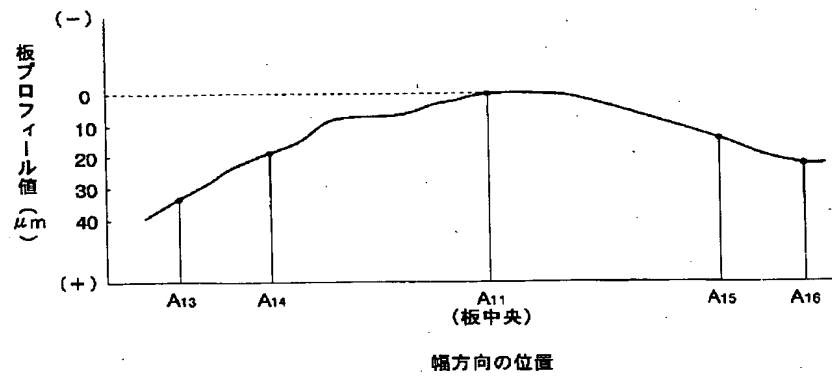
13～16 板厚偏差計

17 演算部

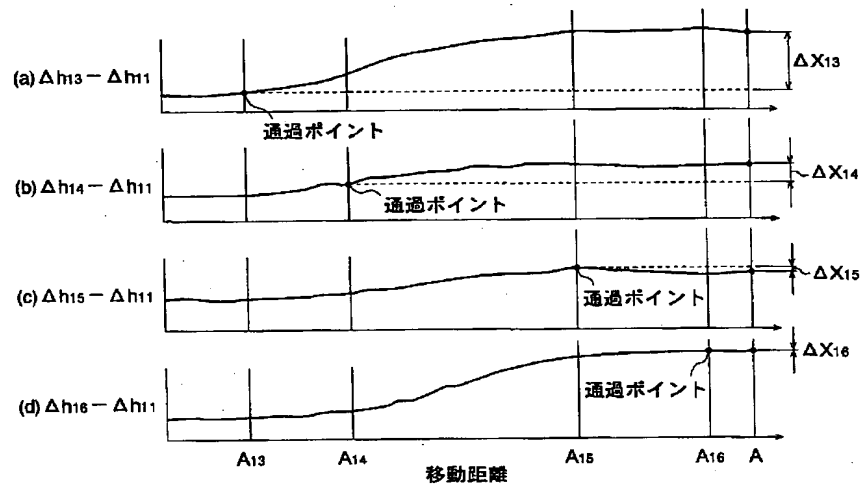
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

